

PUB-NO: WO009733368A1

DOCUMENT-IDENTIFIER: WO 9733368 A1

TITLE: SURFACE ACOUSTIC WAVE ELEMENT AND PORTABLE  
TELEPHONE SET  
USING THE SAME

PUBN-DATE: September 12, 1997

INVENTOR-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
SHIMIZU, YASUTAKA	JP
NISHIKATA, ATSUHIRO	N/A
TONAMI, SHIGETAKA	N/A

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
SANYO ELECTRIC CO	JP
SHIMIZU YASUTAKA	JP

APPL-NO: JP09700670

APPL-DATE: March 4, 1997

PRIORITY-DATA: JP05180896A ( March 8, 1996)

INT-CL (IPC): H03H009/145, H03H009/25 , H03H009/64

EUR-CL (EPC): H03H009/02

ABSTRACT:

<CHG DATE=19971104 STATUS=O>A surface acoustic wave element comprising electrodes for propagating surface acoustic waves formed on a piezoelectric substrate made of lithium niobate or lithium tantalate. When the cut face and surface acoustic wave propagating direction of the piezoelectric substrate made of lithium niobate are expressed by Euler angles ( phi , theta , psi ) and a range substantially equivalent to the angles, the phi , theta and psi

are  
respectively set at 0-86 DEG or 95-180 DEG , 73-118 DEG , and 0-44  
DEG . In  
addition, when the cut face and surface acoustic wave propagating  
direction of  
the piezoelectric substrate made of lithium tantalate are expressed  
by Euler  
angles ( phi , theta , psi ) and a range substantially equivalent to  
the  
angles, the phi , theta and psi are respectively set at 0-87 DEG or  
91-180 DEG  
, 80-120 DEG , and 0-44 DEG . Therefore, a high-performance surface  
acoustic  
wave element can be obtained.



(51) 国際特許分類 <b>H03H 9/145, 9/25, 9/64</b>	A1	(11) 国際公開番号 <b>WO97/33368</b>  (43) 国際公開日 1997年9月12日(12.09.97)
(21) 国際出願番号 PCT/JP97/00670  (22) 国際出願日 1997年3月4日(04.03.97)  (30) 優先権データ 特願平8/51808      1996年3月8日(08.03.96)      JP  (71) 出願人 三洋電機株式会社(SANYO ELECTRIC CO., LTD.)(JP/JP) 〒570 大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号 Osaka, (JP) (71) 出願人; および (72) 発明者 清水康敬(SHIMIZU, Yasutaka)(JP/JP) 〒154 東京都世田谷区梅丘3丁目1番10号 Tokyo, (JP) (72) 発明者 西方敦博(NISHIKATA, Atsuhiko) 〒157 東京都世田谷区給田2-21-10 Tokyo, (JP) 當波茂幸(TONAMI, Shigetaka) 〒930 富山県富山市曙町3-10 北電曙寮315 Toyama, (JP) (74) 代理人 弁理士 西岡伸泰(NISHIOKA, Nobuyasu) 〒542 大阪府大阪市中央区高津1丁目9番10号 マルコーインテリジェンスビル406号室 Osaka, (JP)		(81) 指定国    CA, CN, KR, SG, 欧州特許 (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).  添付公開書類 国際調査報告書
(54) Title: <b>SURFACE ACOUSTIC WAVE ELEMENT AND PORTABLE TELEPHONE SET USING THE SAME</b>  (54) 発明の名称    弾性表面波素子及びこれを用いた携帯電話機  (57) Abstract A surface acoustic wave element comprising electrodes for propagating surface acoustic waves formed on a piezoelectric substrate made of lithium niobate or lithium tantalate. When the cut face and surface acoustic wave propagating direction of the piezoelectric substrate made of lithium niobate are expressed by Euler angles ( $\phi$ , $\theta$ , $\psi$ ) and a range substantially equivalent to the angles, the $\phi$ , $\theta$ and $\psi$ are respectively set at 0-86° or 95-180°, 73-118°, and 0-44°. In addition, when the cut face and surface acoustic wave propagating direction of the piezoelectric substrate made of lithium tantalate are expressed by Euler angles ( $\phi$ , $\theta$ , $\psi$ ) and a range substantially equivalent to the angles, the $\phi$ , $\theta$ and $\psi$ are respectively set at 0-87° or 91-180°, 80-120°, and 0-44°. Therefore, a high-performance surface acoustic wave element can be obtained.  <div style="text-align: right;"> <math>\text{LiNbO}_3(\phi, \theta, 37^\circ)</math> </div> <p style="text-align: center;">θ (deg)</p> <p style="text-align: center;">... propagation loss (dB/λ)</p>		

(57) 要約

本発明の弾性表面波素子においては、ニオブ酸リチウム或いはタンタル酸リチウムからなる圧電基板上に、弾性表面波を伝搬させるための電極が形成されている。ニオブ酸リチウムからなる圧電基板については、該圧電基板のカット面及び弾性表面波伝搬方向を、オイラー角表示で( $\phi$ ,  $\theta$ ,  $\psi$ )及びこれと実質的に等価な範囲とすると、 $\phi$ を $0^\circ \sim 86^\circ$  或いは $95^\circ \sim 180^\circ$ 、 $\theta$ を $73^\circ \sim 118^\circ$ 、 $\psi$ を $0^\circ \sim 44^\circ$  の範囲に設定する。又、タンタル酸リチウム基板については、該圧電基板のカット面及び弾性表面波伝搬方向を、オイラー角表示で( $\phi$ ,  $\theta$ ,  $\psi$ )及びこれと実質的に等価な範囲とすると、 $\phi$ を $0^\circ \sim 87^\circ$  或いは $91^\circ \sim 180^\circ$ 、 $\theta$ を $80^\circ \sim 120^\circ$ 、 $\psi$ を $0^\circ \sim 44^\circ$  の範囲に設定する。これによって、高性能の弾性表面波素子を実現することが出来る。

情報としての用途のみ

PCTに基づいて公開される国際出願をパンフレット第一頁にPCT加盟国を特定するために使用されるコード

AL	アルバニア	EE	エストニア	LR	リベリア	RU	ロシア連邦
AM	アルメニア	ES	スペイン	LS	レソト	RD	スウェーデン
AT	オーストリア	FI	フィンランド	LT	リトアニア	SE	スウェーデン
AU	オーストラリア	FR	フランス	LU	ルクセンブルグ	SG	シンガポール
AZ	アゼルバイジャン	GB	イギリス	LV	ラトヴィア	SI	スロベニア共和国
BB	バルバドス	GE	グルジア	MC	モナコ	SK	スロバキア共和国
BE	ベルギー	GH	ガーナ	MD	モルドバ	SN	セネガル
BG	ブルガリア	GR	ギリシャ	MG	マダガスカル	SZ	スワジランド
BJ	ベナン	HU	ハンガリー	MK	マケドニア	TD	チャド
BR	ブラジル	IE	アイルランド	ML	マリ	TG	トーゴ
BY	ベラルーシ	IS	アイスランド	MN	モンゴル	TJ	タジキスタン
CC	中央アフリカ共和国	IT	イタリア	MR	モーリタニア	TM	トルクメニスタン
CF	中央コンゴ	JP	日本	MW	マラウイ	TR	トルコ
CG	コンゴ	KE	ケニア	MX	メキシコ	TT	トリニダード・トバゴ
CH	スイス	KG	キルギスタン	NE	ニジェール	UA	ウクライナ
CI	コート・ジボアール	KP	朝鮮民主主義人民共和国	NL	オランダ	US	米国
CM	カメルーン	KR	大韓民国	NO	ノルウェー	UZ	ウズベキスタン共和国
CN	中国	KZ	カザフスタン	NZ	ニュージーランド	VN	ベトナム
CZ	チェコ共和国	LI	リヒテンシュタイン	PL	ポーランド	YU	ユーゴスラビア
DE	ドイツ	LK	スリランカ	PT	ポルトガル		
DK	デンマーク			RO	ルーマニア		

## 明 細 書

弾性表面波素子及びこれを用いた携帯電話機

## 技術分野

本発明は、ニオブ酸リチウム或いはタンタル酸リチウムを圧電材料とする弾性  
5 表面波素子の技術分野に関するものである。

## 背景技術

携帯電話機等の通信機器においては、共振器フィルター、信号処理用遅延線等  
の回路素子として、弾性表面波素子が広く応用されている。弾性表面波素子は、  
例えば圧電性を有する基板の表面に簾状の電極や、格子状の反射器を形成し、電  
10 気信号と弾性表面波の相互の変換を行なう。

一般に、弾性表面波素子の圧電基板に於いては、電気機械結合係数が大きいこ  
と、伝搬損失が小さいこと等が要求される。

ところで、近年の通信機器の高周波化に伴って、ギガヘルツ帯で使用可能な弾  
性表面波素子へのニーズが高まっている。弾性表面波素子の中心周波数  $f_0$  は、弾  
15 性表面波の伝搬速度  $V$  と電極指周期  $L$  (= 波長  $\lambda$ ) との関係で次式によって表わさ  
れる。

(数式 1)

$$f_0 = V / L$$

従って、弾性表面波素子の高周波化に対応するには、高い伝搬速度(位相速度)  
20  $V$  が得られる圧電基板を開発する必要がある。これには、ダイヤモンドの様な硬  
質の基板材料を用いる方法と、所謂漏洩弾性表面波を利用する方法とがある。

漏洩弾性表面波は、弾性体の深さ方向にエネルギーを放射しながら表面を伝搬  
する弾性波であって、使用する弾性体の表面のカット面や弾性表面波伝搬方向を  
適切に選択することによって、伝搬損失を小さくし、更に、レイリー(Rayleigh)

波よりも高い伝搬速度を実現することが可能である。

漏洩弾性表面波を用いた弾性表面波素子としては、水晶LSTカット、ニオブ酸リチウム( $\text{LiNbO}_3$ )の $41^\circ$  Y-Xカット、 $64^\circ$  Y-Xカット、及びタンタル酸リチウム( $\text{LiTaO}_3$ )の $36^\circ$  Y-Xカットが知られている(清水康敬

- 5 「弾性表面波材料の伝搬物性と利用の現状」電子情報通信学会論文誌A Vol. J76-A, No. 2, pp129-137, 1993)。

- 又、四硼酸リチウム( $\text{Li}_2\text{B}_4\text{O}_7$ )基板においては、速い横波の位相速度を超える漏洩弾性表面波が報告されている(佐藤隆裕、阿部秀典「四硼酸リチウム基板における縦波型リーキー波」1994年電子情報通信学会春季大会予稿集)。この漏洩弾性表面波の位相速度は、縦波の位相速度に近いので縦波型リーキー波と呼ば
- 10 れている。

- 更に、任意のカット面を有するニオブ酸リチウム基板を伝搬する漏洩弾性表面波については既に報告されている(清水康敬、村上淳司「 $\text{LiNbO}_3$ 基板漏洩弾性表面波の特性と新カット」電子通信学会論文誌C Vol. J69-C, No. 10, pp1309-13
- 15 18, 1986)。

- そこで本発明者等は、従来のタンタル酸リチウム基板及びニオブ酸リチウム基板で得られる位相速度は約 $4400\text{ m/s}$ であって、更に高い位相速度のカット面及び弾性表面波伝搬方向が存在する可能性があると考え、タンタル酸リチウム基板及びニオブ酸リチウム基板における漏洩弾性表面波の伝搬特性を、カット面
- 20 及び弾性表面波伝搬方向を種々に変えることによって理論的に研究した。この結果、2つのタイプの漏洩弾性表面波、即ち、遅い横波と速い横波との間の位相速度を持つ第1漏洩表面波(First Leaky Wave)と、速い横波を越える位相速度を持つ第2漏洩表面波(Second Leaky Wave)を発見し、タンタル酸リチウム基板においては約 $6000\text{ m/s}$ を越える位相速度、ニオブ酸リチウムにおいては約 $700$
- 25  $0\text{ m/s}$ を超える位相速度が得られるカット面及び弾性表面波伝搬方向を見出した(第15回超音波エレクトロニクスの基礎と応用に関するシンポジウム講演予稿集、

平成6年、185～186頁)。

先ず、図15に基づいて、カット面及び弾性表面波伝搬方向を特定するためのオイラー角( $\phi$ ,  $\theta$ ,  $\psi$ )について説明する。

図示の如く結晶軸をX、Y、Zとすると、Z軸を中心としてX軸をY軸側へ  
5 角度 $\phi$ だけ回転させて、これをA1軸とする。次にA1軸を中心としてZ軸を反時計回りに角度 $\theta$ だけ回転させ、これをA2軸とする。このA2軸を法線としてA1軸を含む面方位でカットし、基板とする。そして、該面方位にカットした基板において、A2軸を中心としてA1軸を反時計回りに角度 $\phi$ だけ回転させた軸をA3軸とし、このA3軸を弾性表面波伝搬方向とする。このとき、カット面及  
10 び弾性表面波伝搬方向をオイラー角( $\phi$ ,  $\theta$ ,  $\psi$ )と表示するのである。

以下、図11乃至図14に基づき、上記研究について具体的に説明する。尚、弾性表面波素子の特性評価においては、従来より知られている一般的な解法(例えば、J.J.Campbell, W.R.Jones, "A Method for Estimating Optimal Crystal Cuts and Propagation Directions for Excitation of Piezoelectric Surface Waves", IEEE transaction on Sonics and Ultrasonics, vol. SU-15, No. 4, pp209  
15 -217, (1968)参照)を採用し、コンピュータシミュレーションによって、位相速度、電気機械結合係数及び伝搬損失を算出した。

そして、最適なカット面及び弾性表面波伝搬方向については、実際に弾性表面波素子を試作して、その特性を調べたところ、シミュレーション結果と符合する  
20 測定値が得られた。これによって、コンピュータシミュレーションの妥当性が裏付けられる。

図11及び図12は、タンタル酸リチウム基板の( $90^\circ$ ,  $90^\circ$ ,  $\psi$ )カットにおいて、表面が電氣的開放(open)及び電氣的短絡(short)の両場合について、第2漏洩表面波の伝搬特性を角度 $\psi$ の関数として表わしたものである。

25 図11に示す如く、第2漏洩表面波の位相速度は、表面が開放、短絡の何れの場合にも約6000m/sと、レイリー波の約2倍の高い位相速度を有し、縦波

(Longitudinal)の位相速度に非常に近くなっている。

図12は、電気機械結合係数及び1波長当たりの伝搬損失を表わしており、図示の如く、 $\phi$ が $31^\circ$ にて、電気機械結合係数 $K^2$ は最大値2.14%となっている。又、表面が電氣的開放の場合における伝搬損失は、電氣的短絡の場合における伝搬損失よりも非常に小さい。そして、表面が開放及び短絡の両場合において、  
5 伝搬損失は、 $\phi$ が $164^\circ$ にて略零となっている。

図13及び図14は、ニオブ酸リチウム基板の( $90^\circ$ ,  $90^\circ$ ,  $\phi$ )カットにおいて、表面が電氣的開放及び電氣的短絡の両場合について、第2漏洩表面波の伝搬特性を角度 $\phi$ の関数として表わしたものである。

10 図13に示す如く、第2漏洩表面波の位相速度は約 $7000\text{ m/s}$ と、極めて高速であり、レイリー波の位相速度の約2倍となっている。又、第2漏洩表面波の位相速度は、電氣的開放の場合と電氣的短絡の場合で異なる変化を示しており、 $\phi$ が $37^\circ$ では約 $500\text{ m/s}$ の違いがあり、この結果、大きな機械電気結合係数が得られる。

15 図14は、電気機械結合係数及び1波長当たりの伝搬損失を表わしており、図示の如く、 $\phi$ が $37^\circ$ にて、電気機械結合係数 $K^2$ は最大値12.9%と、大きな値となっている。又、表面が電氣的開放の場合における伝搬損失は、電氣的短絡の場合における伝搬損失よりも非常に小さい。そして、表面が開放及び短絡の両場合において、伝搬損失は、 $\phi$ が $164^\circ$ にて略零となっている。

20 以上の結果から、本発明者等は、タンタル酸リチウム基板については、( $90^\circ$ ,  $90^\circ$ ,  $\phi$ )カットが望ましく、( $90^\circ$ ,  $90^\circ$ ,  $31^\circ$ )カットが更に望ましいと報告している。又、ニオブ酸リチウム基板については、( $90^\circ$ ,  $90^\circ$ ,  $\phi$ )カットが望ましく、( $90^\circ$ ,  $90^\circ$ ,  $37^\circ$ )カットが更に望ましいと報告している。

25 しかしながら、上記研究においては、伝搬損失について十分な研究が為されおらず、伝搬損失が更に少ないカット面及び弾性表面波伝搬方向が存在する可能

性がある。

本発明の目的は、ニオブ酸リチウム基板及びタンタル酸リチウム基板において、従来と同程度の高い位相速度及び大きな電気機械結合係数を維持して伝搬速度を減少させることが出来るカット面及び弾性表面波伝搬方向を見出し、これによつて高性能の弾性表面波素子及びこれを用いた携帯電話機を提供することである。

発明の開示

本発明に係る第1の弾性表面波素子は、ニオブ酸リチウムからなる圧電基板上に、弾性表面波を伝搬させるための電極を形成した弾性表面波素子に於いて、該圧電基板のカット面及び弾性表面波伝搬方向を、オイラー角表示で( $\phi$ ,  $\theta$ ,  $\psi$ )及びこれと実質的に等価な範囲とすると、 $\phi$ 、 $\theta$ 及び $\psi$ を下記数式2の範囲に設定したことを特徴とする。

(数式2)

$$0^{\circ} \leq \phi \leq 86^{\circ}、或いは 95^{\circ} \leq \phi \leq 180^{\circ}$$

$$73^{\circ} \leq \theta \leq 118^{\circ}$$

$$0^{\circ} \leq \psi \leq 44^{\circ}$$

望ましくは、 $\phi$ 、 $\theta$ 及び $\psi$ は下記数式3の範囲に設定される。

(数式3)

$$0^{\circ} \leq \phi \leq 83^{\circ}、或いは 98^{\circ} \leq \phi \leq 180^{\circ}$$

$$83^{\circ} \leq \theta \leq 105^{\circ}$$

$$0^{\circ} \leq \psi \leq 38^{\circ}$$

上記第1の弾性表面波素子に於いては、ニオブ酸リチウム基板の( $0^{\circ} \leq \phi \leq 86^{\circ}$ ,  $73^{\circ} \leq \theta \leq 118^{\circ}$ ,  $0^{\circ} \leq \psi \leq 44^{\circ}$ )カット及びニオブ酸リチウム基板の( $95^{\circ} \leq \phi \leq 180^{\circ}$ ,  $73^{\circ} \leq \theta \leq 118^{\circ}$ ,  $0^{\circ} \leq \psi \leq 44^{\circ}$ )カットにおいて、位相速度及び電気機械結合係数は従来と同程度の値が得られ、然も伝搬損失は $0.05 \text{ dB}/\lambda$ 以下と小さい値が得られる。

又、( $0^{\circ} \leq \phi \leq 83^{\circ}$ ,  $83^{\circ} \leq \theta \leq 105^{\circ}$ ,  $0^{\circ} \leq \psi \leq 38^{\circ}$ )カット及

びニオブリチウム基板の( $98^\circ \leq \phi \leq 180^\circ$ ,  $83^\circ \leq \theta \leq 105^\circ$ ,  $0^\circ \leq \psi \leq 38^\circ$ )カットにおいて、伝搬損失は $0.02 \text{ dB}/\lambda$ 以下と更に小さい値が得られる。

- 本発明に係る第2の弾性表面波素子は、タンタル酸リチウムからなる圧電基板  
 5 上に、弾性表面波を伝搬させるための電極を形成した弾性表面波素子に於いて、  
 該圧電基板のカット面及び弾性表面波伝搬方向を、オイラー角表示で( $\phi$ ,  $\theta$ ,  $\psi$ )  
 及びこれと実質的に等価な範囲とすると、 $\phi$ 、 $\theta$ 及び $\psi$ を下記数式4の範囲に  
 設定したことを特徴とする。

(数式4)

$$10 \quad \begin{aligned} &0^\circ \leq \phi \leq 87^\circ, \text{ 或いは } 91^\circ \leq \phi \leq 180^\circ \\ &80^\circ \leq \theta \leq 120^\circ \\ &0^\circ \leq \psi \leq 44^\circ \end{aligned}$$

望ましくは、 $\phi$ 、 $\theta$ 及び $\psi$ は下記数式5の範囲に設定される。

(数式5)

$$15 \quad \begin{aligned} &0^\circ \leq \phi \leq 85^\circ, \text{ 或いは } 93^\circ \leq \phi \leq 180^\circ \\ &87^\circ \leq \theta \leq 114^\circ \\ &0^\circ \leq \psi \leq 36^\circ \end{aligned}$$

- 上記第2の弾性表面波素子に於いては、タンタル酸リチウム基板の( $0^\circ \leq \phi \leq 87^\circ$ ,  $80^\circ \leq \theta \leq 120^\circ$ ,  $0^\circ \leq \psi \leq 44^\circ$ )カット及びタンタル酸リチウム  
 20 ム基板の( $91^\circ \leq \phi \leq 180^\circ$ ,  $80^\circ \leq \theta \leq 120^\circ$ ,  $0^\circ \leq \psi \leq 44^\circ$ )カットにおいて、位相速度及び電気機械結合係数は従来と同程度の値が得られ、然  
 も伝搬損失は $0.005 \text{ dB}/\lambda$ 以下と小さい値が得られる。

- 又、タンタル酸リチウム基板の( $0^\circ \leq \phi \leq 85^\circ$ ,  $87^\circ \leq \theta \leq 114^\circ$ ,  $0^\circ \leq \psi \leq 36^\circ$ )カット及びタンタル酸リチウム基板の( $93^\circ \leq \phi \leq 180^\circ$ ,  
 25  $87^\circ \leq \theta \leq 114^\circ$ ,  $0^\circ \leq \psi \leq 36^\circ$ )において、伝搬損失は $0.002 \text{ dB}/\lambda$ 以下の更に小さい値が得られる。

本発明によれば、ニオブ酸リチウム基板及びタンタル酸リチウム基板においてカット面及び弾性表面波伝搬方向を適切に設定することにより、従来と同程度の高い位相速度及び大きな電気機械結合係数を維持して、伝搬損失を減少させることが出来る。

5 図面の簡単な説明

図1は、 $(\phi, \theta, 37^\circ)$ カットのニオブ酸リチウム基板を有する弾性表面波素子の伝搬損失についての特性を表わすグラフである。

図2は、 $(\phi, 92^\circ, 37^\circ)$ カットのニオブ酸リチウム基板を有する弾性表面波素子の伝搬損失についての特性を表わすグラフである。

10 図3は、 $(82^\circ, \theta, 37^\circ)$ カットのニオブ酸リチウム基板を有する弾性表面波素子及び $(90^\circ, \theta, 37^\circ)$ カットのニオブ酸リチウム基板を有する弾性表面波素子の位相速度及び電気機械結合係数についての特性を表わすグラフである。

図4は、上記2つの弾性表面波素子のTCD及びPFAについての特性を表わすグラフである。

図5は、 $(82^\circ, 92^\circ, \phi)$ カットのニオブ酸リチウム基板を有する弾性表面波素子の伝搬損失についての特性を表わすグラフである。

図6は、 $(\phi, \theta, 31^\circ)$ カットのタンタル酸リチウム基板を有する弾性表面波素子の伝搬損失についての特性を表わすグラフである。

20 図7は、 $(\phi, 91^\circ, 31^\circ)$ カットのタンタル酸リチウム基板を有する弾性表面波素子の伝搬損失についての特性を表わすグラフである。

図8は、 $(85^\circ, 91^\circ, \phi)$ カットのタンタル酸リチウム基板を有する弾性表面波素子の伝搬損失についての特性を表わすグラフである。

図9は、弾性表面波フィルターを構成する1ポート共振器の構成を表わす平面図である。

図10は、携帯電話機の全体構成を表わすブロック図である。

図11は、 $(90^\circ, 90^\circ, \phi)$ カットのタンタル酸リチウム基板を有する弾性表面波素子の位相速度についての特性を表わすグラフである。

図12は、同上の弾性表面波素子の電気機械結合係数及び伝搬損失についての特性を表わすグラフである。

5 図13は、 $(90^\circ, 90^\circ, \phi)$ カットのニオブ酸リチウム基板を有する弾性表面波素子の位相速度についての特性を表わすグラフである。

図14は、同上の弾性表面波素子の電気機械結合係数及び伝搬損失についての特性を表わすグラフである。

図15は、オイラー角表示を説明する図である。

10

発明を実施するための最良の形態

先ず、図1～図8に示すコンピュータシミュレーション結果に基づき、ニオブ酸リチウム基板及びタンタル酸リチウム基板における第2漏洩表面波の伝搬特性について述べる。

#### 15 ニオブ酸リチウム基板における第2漏洩表面波

図1は、ニオブ酸リチウム基板の $(\phi, \theta, 37^\circ)$ カットにおいて、第2漏洩表面波の1波長当たりの伝搬損失を角度 $\theta$ の関数として表わしたものである。

図示の如く、 $\phi$ を $90^\circ$ から $82^\circ$ まで種々に変化させると、 $\theta$ が約 $85^\circ$ 以上において伝搬損失は徐々に減少する。

20  $\phi$ が $82^\circ$ であるとき、伝搬損失は、 $\theta$ が $73^\circ$ 以上 $118^\circ$ 以下のとき $0.05 \text{ dB}/\lambda$ 以下、 $\theta$ が $77^\circ$ 以上 $113^\circ$ 以下のとき $0.04 \text{ dB}/\lambda$ 以下、 $\theta$ が $80^\circ$ 以上 $109^\circ$ 以下のとき $0.03 \text{ dB}/\lambda$ 以下、 $\theta$ が $83^\circ$ 以上 $105^\circ$ 以下のとき $0.02 \text{ dB}/\lambda$ 以下、 $\theta$ が $87^\circ$ 以上 $100^\circ$ 以下のとき $0.01 \text{ dB}/\lambda$ 以下となっている。又、 $\theta$ が $92^\circ$ にて、伝搬損失は最小値となっている。

25 図2は、ニオブ酸リチウム基板の $(\phi, 92^\circ, 37^\circ)$ カットにおいて、第2漏洩表面波の1波長当たりの伝搬損失を角度 $\phi$ の関数として表わしたものである。

図示の如く、伝搬損失は、 $\phi$ が $91^\circ$ にて最大値となっており、 $\phi$ が $86^\circ$ 以下或いは $95^\circ$ 以上のとき $0.05\text{ dB}/\lambda$ 以下、 $\phi$ が $85^\circ$ 以下或いは $96^\circ$ 以上のとき $0.04\text{ dB}/\lambda$ 以下、 $\phi$ が $84^\circ$ 以下或いは $97^\circ$ 以上のとき $0.03\text{ dB}/\lambda$ 以下、 $\phi$ が $83^\circ$ 以下或いは $98^\circ$ 以上のとき $0.02\text{ dB}/\lambda$ 以下、 $\phi$ が $82^\circ$ 以下或いは $99^\circ$ 以上のとき $0.01\text{ dB}/\lambda$ 以下となっている。尚、 $\phi$ が約 $80^\circ$ 以下及び約 $100^\circ$ 以上では、コンピュータシミュレーションによる解が得られない。これは、本発明が利用せんとする第2漏洩表面波のモードとは異なったモードが発生して、第2漏洩表面波が存在しなくなるためと考えられる。しかしながら、現実の弾性表面波素子においては、この角度範囲で、伝搬損失は極めて零に近い値をとるものと推定される。

図3は、ニオブ酸リチウム基板の $(82^\circ, \theta, 37^\circ)$ カット及び $(90^\circ, \theta, 37^\circ)$ カットにおいて、第2漏洩表面波の位相速度及び電気機械結合係数 $K^2$ を角度 $\theta$ の関数として表わしたものである。

図示の如く、第2漏洩表面波の位相速度については、 $\phi$ が $82^\circ$ であるときの位相速度は、 $\phi$ が $90^\circ$ であるときの位相速度と同様の変化を示し、全体的に左にシフトしているものの、同程度の値が得られている。又、電気機械結合係数 $K^2$ についても、 $\phi$ が $82^\circ$ であるときの電気機械結合係数 $K^2$ は、 $\phi$ が $90^\circ$ であるときの電気機械結合係数 $K^2$ と同様の変化を示し、全体的に左にシフトしているものの、同程度の値が得られている。

図4は、ニオブ酸リチウム基板の $(82^\circ, \theta, 37^\circ)$ カット及び $(90^\circ, \theta, 37^\circ)$ カットにおいて、第2漏洩表面波のTCD(遅延特性の温度特性)及びPFA(パワーフロー角)を角度 $\theta$ の関数として表わしたものである。

図示の如く、TCDについては、 $\phi$ が $82^\circ$ であるときのTCDは、 $\phi$ が $90^\circ$ であるときのTCDと同様の変化を示し、全体的に左にシフトしているものの、同程度の値が得られており、 $\theta$ が $85^\circ$ にて最小値約 $68\text{ ppm}/^\circ\text{C}$ となっている。

又、PFAについては、 $\phi$ が $82^\circ$ であるときのPFAは、 $\phi$ が $90^\circ$ であるときのPFAに比べ、全体的に小さくなっており、 $\theta$ が $60^\circ \sim 120^\circ$ の全範囲に亘って $2 \text{ deg}$ 以下の値が得られている。

図5は、ニオブ酸リチウム基板の( $82^\circ$ ,  $92^\circ$ ,  $\phi$ )カットにおいて、第2漏洩表面波の1波長当たりの伝搬損失を角度 $\phi$ の関数として表わしたものである。

図示の如く、伝搬損失は、 $\phi$ が $44^\circ$ 以下のとき $0.05 \text{ dB}/\lambda$ 以下、 $\phi$ が $42^\circ$ 以下のとき $0.04 \text{ dB}/\lambda$ 以下、 $\phi$ が $40^\circ$ 以下のとき $0.03 \text{ dB}/\lambda$ 以下、 $\phi$ が $38^\circ$ 以下のとき $0.02 \text{ dB}/\lambda$ 以下、 $\phi$ が $36^\circ$ 以下のとき $0.01 \text{ dB}/\lambda$ 以下となっている。尚、 $\phi$ が約 $34^\circ$ 以下では、コンピュータシミュレーションによる解が得られない。これは、第2漏洩表面波のモードとは異なったモードが発生して、第2漏洩表面波が存在しなくなるためと考えられる。しかしながら、現実の弾性表面波素子においては、この角度範囲で、伝搬損失は極めて零に近い値をとるものと推定される。

下記表1は、本発明のニオブ酸リチウム基板の( $82^\circ$ ,  $92^\circ$ ,  $37^\circ$ )カットにおける伝搬特性、及び従来例のニオブ酸リチウム基板の( $90^\circ$ ,  $90^\circ$ ,  $37^\circ$ )カットにおける伝搬特性を表わしている。

(表1)

	本 発 明	従 来 例
カット方位	( $82^\circ$ , $92^\circ$ , $37^\circ$ )	( $90^\circ$ , $90^\circ$ , $37^\circ$ )
伝搬損失( $\text{dB}/\lambda$ )	0.00362	0.06447
位相速度( $\text{m}/\text{s}$ )	7304.99087	7366.02862
$K^2(\%)$	10.924	12.906
TCD( $\text{ppm}/^\circ\text{C}$ )	68.4119	68.2473
PFA( $^\circ$ )	1.665	-0.096

上記表1に示す如く、本発明における伝搬損失は、従来例における伝搬損失の約 $1/20$ と、大幅に減少した値となっている。又、位相速度、電気機械結合係

数 $K^2$ 、及びTCDは、従来例と同程度の値が得られている。PFAについては、従来例のPFAの絶対値に比べ大きな値となっているが、弾性表面波素子としての動作に支障はない。

ニオブ酸リチウム基板においては、カット面及び弾性表面波伝搬方向を( $0^\circ \sim 86^\circ$ ,  $73^\circ \sim 118^\circ$ ,  $0^\circ \sim 44^\circ$ )或いは( $95^\circ \sim 180^\circ$ ,  $73^\circ \sim 118^\circ$ ,  $0^\circ \sim 44^\circ$ )の範囲、望ましくは( $0^\circ \sim 83^\circ$ ,  $83^\circ \sim 105^\circ$ ,  $0^\circ \sim 38^\circ$ )或いは( $98^\circ \sim 180^\circ$ ,  $83^\circ \sim 105^\circ$ ,  $0^\circ \sim 38^\circ$ )の範囲、更に望ましくは( $82^\circ$ ,  $92^\circ$ ,  $37^\circ$ )に設定することにより、従来と同程度の高い位相速度及び大きな電気機械結合係数を維持して、伝搬損失を減少させることが出来る。

#### タンタル酸リチウム基板における第2漏洩表面波

図6は、タンタル酸リチウム基板の( $\phi$ ,  $\theta$ ,  $31^\circ$ )カットにおいて、第2漏洩表面波の1波長当たりの伝搬損失を角度 $\theta$ の関数として表わしたものである。

図示の如く、 $\phi$ を $90^\circ$ から $85^\circ$ まで種々に変化させると、 $\theta$ が約 $90^\circ$ 以上約 $120^\circ$ 以下の範囲において、伝搬損失は徐々に減少する。

$\phi$ が $85^\circ$ であるとき、伝搬損失は、 $\theta$ が約 $60^\circ$ 以上約 $91^\circ$ 以下の範囲では $\theta$ が増大するにつれて減少し、約 $110^\circ$ 以上約 $120^\circ$ 以下の範囲では $\theta$ が増大するにつれて増加している。尚、 $\theta$ が約 $91^\circ$ 以上約 $110^\circ$ 以下の範囲では、コンピュータシミュレーションによる解が得られない。これは、第2漏洩表面波のモードとは異なったモードが発生して、第2漏洩表面波が存在しなくなるためと考えられる。しかしながら、現実の弾性表面波素子においては、この角度範囲で、伝搬損失は極めて零に近い値をとるものと推定される。

又、伝搬損失は、 $\theta$ が $80^\circ$ 以上 $120^\circ$ 以下のとき $0.005 \text{ dB}/\lambda$ 以下、 $\theta$ が $82^\circ$ 以上 $118^\circ$ 以下のとき $0.004 \text{ dB}/\lambda$ 以下、 $\theta$ が $85^\circ$ 以上 $116^\circ$ 以下のとき $0.003 \text{ dB}/\lambda$ 以下、 $\theta$ が $87^\circ$ 以上 $114^\circ$ 以下のとき $0.002 \text{ dB}/\lambda$ 以下、 $\theta$ が $89^\circ$ 以上 $112^\circ$ 以下のとき $0.001 \text{ dB}/\lambda$ 以下

となっている。

図7は、タンタル酸リチウム基板の( $\phi$ ,  $91^\circ$ ,  $31^\circ$ )カットにおいて、第2漏洩表面波の1波長当たりの伝搬損失を角度 $\phi$ の関数として表わしたものである。

- 5 図示の如く、伝搬損失は、 $\phi$ が $89^\circ$ にて最大値となっており、 $\phi$ が $87^\circ$ 以下或いは $91^\circ$ 以上のとき $0.005\text{ dB}/\lambda$ 以下、 $\phi$ が $86^\circ$ 以下或いは $92^\circ$ 以上のとき $0.004\text{ dB}/\lambda$ 以下、 $\phi$ が $85^\circ$ 以下或いは $93^\circ$ 以上のとき $0.003\text{ dB}/\lambda$ 以下、 $\phi$ が $85^\circ$ 以下或いは $93^\circ$ 以上のとき $0.002\text{ dB}/\lambda$ 以下、 $\phi$ が $84^\circ$ 以下或いは $94^\circ$ 以上のとき $0.001\text{ dB}/\lambda$ 以下となっている。
- 10 る。尚、 $\phi$ が約 $83^\circ$ 以下及び約 $95^\circ$ 以上では、コンピュータシミュレーションによる解が得られない。これは、第2漏洩表面波のモードとは異なったモードが発生して、第2漏洩表面波が存在しなくなるためと考えられる。しかしながら、現実の弾性表面波素子においては、この角度範囲で、伝搬損失は極めて零に近い値をとるものと推定される。

- 15 図8は、タンタル酸リチウム基板の( $85^\circ$ ,  $91^\circ$ ,  $\phi$ )カットにおいて、第2漏洩表面波の1波長当たりの伝搬損失を角度 $\phi$ の関数として表わしたものである。

- 図示の如く、伝搬損失は、 $\phi$ が $44^\circ$ 以下のとき $0.005\text{ dB}/\lambda$ 以下、 $\phi$ が $41^\circ$ 以下のとき $0.004\text{ dB}/\lambda$ 以下、 $\phi$ が $39^\circ$ 以下のとき $0.003\text{ dB}/\lambda$ 以下、 $\phi$ が $36^\circ$ 以下のとき $0.002\text{ dB}/\lambda$ 以下、 $\phi$ が $34^\circ$ 以下のとき $0.001\text{ dB}/\lambda$ 以下となっている。尚、 $\phi$ が約 $30^\circ$ 以下では、コンピュータシミュレーションによる解が得られない。これは、第2漏洩表面波のモードとは異なったモードが発生して、第2漏洩表面波が存在しなくなるためと考えられる。しかしながら、現実の弾性表面波素子においては、この角度範囲で、伝搬損失は
- 25 極めて零に近い値をとるものと推定される。

下記表2は、本発明のタンタル酸リチウム基板の( $85^\circ$ ,  $91^\circ$ ,  $31^\circ$ )に

における伝搬特性、及び従来のタンタル酸リチウム基板の( $90^\circ$ ,  $90^\circ$ ,  $31^\circ$ )  
における伝搬特性を表わしている。

(表2)

	本 発 明	従 来 例
5 カット方位	( $85^\circ$ , $91^\circ$ , $31^\circ$ )	( $90^\circ$ , $90^\circ$ , $31^\circ$ )
伝搬損失(dB/ $\lambda$ )	0.00010	0.00617
位相速度(m/s)	6238.93060	6263.52891
$K^2$ (%)	1.549	1.798
TCD(ppm/ $^\circ\text{C}$ )	46.9036	47.1104
10 PFA( $^\circ$ )	4.430	4.081

上記表2に示す如く、本発明における伝搬損失は、従来例における伝搬損失の  
約1/60と、大幅に減少した値となっている。又、位相速度、電気機械結合係  
数 $K^2$ 、及びTCDは、従来例と同程度の値が得られている。PFAについては、  
従来例のPFAの絶対値に比べ大きな値となっているが、弾性表面波素子として  
15 の動作に支障はない。

タンタル酸リチウム基板においては、面方位及び弾性表面波伝搬方向を( $0^\circ \sim$   
 $87^\circ$ ,  $80^\circ \sim 120^\circ$ ,  $0^\circ \sim 44^\circ$ )或いは( $91^\circ \sim 180^\circ$ ,  $80^\circ \sim$   
 $120^\circ$ ,  $0^\circ \sim 44^\circ$ )の範囲、望ましくは( $0^\circ \sim 85^\circ$ ,  $87^\circ \sim 114^\circ$ ,  
 $0^\circ \sim 36^\circ$ )或いは( $93^\circ \sim 180^\circ$ ,  $87^\circ \sim 114^\circ$ ,  $0^\circ \sim 36^\circ$ )の範  
20 囲、更に望ましくは( $85^\circ$ ,  $91^\circ$ ,  $31^\circ$ )に設定することにより、従来と同  
程度の高い位相速度及び大きな電気機械結合係数を維持して、伝搬損失を減少さ  
せることが出来る。

尚、図1乃至図8に示す特性は、コンピュータシミュレーションによるもので  
あるが、本実施例で採用した前述の特性評価手法に、例えば弾性表面波素子のモ  
25 デル化に伴う多少の誤差があったとしても、その誤差は図1乃至図8のグラフの  
横軸方向には殆ど発生しないと考えられる。

次に、本発明を、携帯電話機の弾性表面波フィルターを構成すべき弾性表面波素子に実施した例につき、図面に沿って具体的に説明する。

本実施例に係る弾性表面波フィルターは、図9に示す弾性表面波素子(1)を1  
5 0)の表面に一对の楕形電極(11)(11)と格子状の反射器(12)(12)を形成したものである。

尚、ニオブ酸リチウム基板においては、面方位及び弾性表面波伝搬方向がオイラー角表示で( $0^{\circ} \sim 86^{\circ}$ ,  $73^{\circ} \sim 118^{\circ}$ ,  $0^{\circ} \sim 44^{\circ}$ )或いは( $95^{\circ} \sim 180^{\circ}$ ,  $73^{\circ} \sim 118^{\circ}$ ,  $0^{\circ} \sim 44^{\circ}$ )の範囲、望ましくは( $0^{\circ} \sim 83^{\circ}$ ,  
10  $83^{\circ} \sim 105^{\circ}$ ,  $0^{\circ} \sim 38^{\circ}$ )或いは( $98^{\circ} \sim 180^{\circ}$ ,  $83^{\circ} \sim 105^{\circ}$ ,  $0^{\circ} \sim 38^{\circ}$ )の範囲、更に望ましくは( $82^{\circ}$ ,  $92^{\circ}$ ,  $37^{\circ}$ )となる様に設定される。又、タンタル酸リチウム基板においては、面方位及び弾性表面波伝搬方向がオイラー角表示で( $0^{\circ} \sim 87^{\circ}$ ,  $80^{\circ} \sim 120^{\circ}$ ,  $0^{\circ} \sim 44^{\circ}$ )或いは( $91^{\circ} \sim 180^{\circ}$ ,  $80^{\circ} \sim 120^{\circ}$ ,  $0^{\circ} \sim 44^{\circ}$ )の範囲、望ましくは( $0^{\circ}$   
15  $\sim 85^{\circ}$ ,  $87^{\circ} \sim 114^{\circ}$ ,  $0^{\circ} \sim 36^{\circ}$ )或いは( $93^{\circ} \sim 180^{\circ}$ ,  $87^{\circ} \sim 114^{\circ}$ ,  $0^{\circ} \sim 36^{\circ}$ )の範囲、更に望ましくは( $85^{\circ}$ ,  $91^{\circ}$ ,  $31^{\circ}$ )となる様に設定される。

図10は、本実施例の携帯電話機の全体構成を表わしている。ここで、バンドパスフィルター(22)(32)として、上記弾性表面波フィルターが採用される。又、  
20 分波器(3)は、送信周波数の音声信号を通過させるフィルターと受信周波数の音声信号を通過させるフィルターによって構成され、これらのフィルターとして上記弾性表面波フィルターが採用される。又、IF回路(4)は、1或いは複数の高周波フィルターを具え、これらの高周波フィルターとして上記弾性表面波フィルターが採用される。

25 図示の如く、アンテナ(2)によって受信された音声信号は、先ず分波器(3)に供給されて受信周波数の音声信号が取り出され、増幅器(21)に供給されて増幅さ

れ、更にバンドパスフィルター(22)に供給されてノイズ信号が除去される。これによって得られた信号は、ミキサ(23)に供給されて、I F回路(4)からの信号に基づき受信周波数よりも周波数の低い第1周波数信号に変換され、I F回路(4)に供給されて更に周波数の低い第2周波数信号に変換される。そして、I F回路(4)から出力された第2周波数信号は、復調器(24)に供給されて復調された後、時分割多重回路(5)及び音声信号処理回路(6)を経てスピーカ(7)に供給される。

一方、マイク(8)からの音声信号は、音声信号処理回路(6)及び時分割多重回路(5)を経て変調器(34)に供給されて変調された後、I F回路(4)に供給されて、マイク(8)からの音声信号よりも周波数の高い第3周波数信号に変換される。そして、I F回路(4)から出力された第3周波数信号は、ミキサ(33)に供給されて更に周波数の高い送信周波数の音声信号に変換され、バンドパスフィルター(32)に供給されてノイズ信号が除去される。これによって得られた信号は、増幅器(31)に供給されて増幅され、分波器(3)を経てアンテナ(2)から送信される。

上述の如く、本発明では、ニオブ酸リチウム基板及びタンタル酸リチウム基板における第2漏洩表面波を理論的に研究した結果、これらの基板について夫々、最適なカット面及び弾性表面波伝搬方向を見出した。これによって、従来よりも高い周波数帯域に対応可能な弾性表面波フィルターを得ることが出来る。そして、携帯電話機に装備される高周波フィルターとして、該弾性表面波フィルターを採用することにより、携帯電話機の高性能化を図ることが出来る。

#### 20 産業上の利用可能性

本発明に係る弾性表面波素子は、携帯電話機等の通信機器における高周波フィルター、信号処理用遅延線等の回路素子として用いるのに適している。

## 請 求 の 範 囲

1. ニオブ酸リチウムからなる圧電基板上に、弾性表面波を伝搬させるための電極を形成した弾性表面波素子に於いて、該圧電基板のカット面及び弾性表面波伝搬方向を、オイラー角表示で( $\phi$ ,  $\theta$ ,  $\psi$ )及びこれと実質的に等価な範囲とする  
5 とき、 $\phi$ 、 $\theta$ 及び $\psi$ を下記数式の範囲に設定したことを特徴とする弾性表面波素子。

$$0^{\circ} \leq \phi \leq 86^{\circ}$$

$$73^{\circ} \leq \theta \leq 118^{\circ}$$

$$0^{\circ} \leq \psi \leq 44^{\circ}$$

- 10 2.  $\phi$ 、 $\theta$ 及び $\psi$ を下記数式の範囲に設定したことを特徴とする請求の範囲第1項に記載の弾性表面波素子。

$$0^{\circ} \leq \phi \leq 83^{\circ}$$

$$83^{\circ} \leq \theta \leq 105^{\circ}$$

$$0^{\circ} \leq \psi \leq 38^{\circ}$$

- 15 3. ニオブ酸リチウムからなる圧電基板上に、弾性表面波を伝搬させるための電極を形成した弾性表面波素子に於いて、該電圧基板のカット面及び弾性表面波伝搬方向を、オイラー角表示で( $\phi$ ,  $\theta$ ,  $\psi$ )及びこれと実質的に等価な範囲とするとき、 $\phi$ 、 $\theta$ 及び $\psi$ を下記数式の範囲に設定したことを特徴とする弾性表面波素子。

20  $95^{\circ} \leq \phi \leq 180^{\circ}$

$$73^{\circ} \leq \theta \leq 118^{\circ}$$

$$0^{\circ} \leq \psi \leq 44^{\circ}$$

4.  $\phi$ 、 $\theta$ 及び $\psi$ を下記数式の範囲に設定したことを特徴とする請求の範囲第3項に記載の弾性表面波素子。

25  $98^{\circ} \leq \phi \leq 180^{\circ}$

$$83^{\circ} \leq \theta \leq 105^{\circ}$$

$$0^{\circ} \leq \phi \leq 38^{\circ}$$

5. タンタル酸リチウムからなる圧電基板上に、弾性表面波を伝搬させるための電極を形成した弾性表面波素子に於いて、該圧電基板のカット面及び弾性表面波  
5 伝搬方向を、オイラー角表示で( $\phi$ ,  $\theta$ ,  $\psi$ )及びこれと実質的に等価な範囲とするとき、 $\phi$ 、 $\theta$ 及び $\psi$ を下記数式の範囲に設定したことを特徴とする弾性表面波素子。

$$0^{\circ} \leq \phi \leq 87^{\circ}$$

$$80^{\circ} \leq \theta \leq 120^{\circ}$$

10  $0^{\circ} \leq \psi \leq 44^{\circ}$

6.  $\phi$ 、 $\theta$ 及び $\psi$ を下記数式の範囲に設定したことを特徴とする請求の範囲第5項に記載の弾性表面波素子。

$$0^{\circ} \leq \phi \leq 85^{\circ}$$

$$87^{\circ} \leq \theta \leq 114^{\circ}$$

15  $0^{\circ} \leq \psi \leq 36^{\circ}$

7. タンタル酸リチウムからなる圧電基板上に、弾性表面波を伝搬させるための電極を形成した弾性表面波素子に於いて、該圧電基板のカット面及び弾性表面波  
伝搬方向を、オイラー角表示で( $\phi$ ,  $\theta$ ,  $\psi$ )及びこれと実質的に等価な範囲とするとき、 $\phi$ 、 $\theta$ 及び $\psi$ を下記数式の範囲に設定したことを特徴とする弾性表面波  
20 素子。

$$91^{\circ} \leq \phi \leq 180^{\circ}$$

$$80^{\circ} \leq \theta \leq 120^{\circ}$$

$$0^{\circ} \leq \psi \leq 44^{\circ}$$

8.  $\phi$ 、 $\theta$ 及び $\psi$ を下記数式の範囲に設定したことを特徴とする請求の範囲第7  
25 項に記載の弾性表面波素子。

$$93^{\circ} \leq \phi \leq 180^{\circ}$$

$$87^{\circ} \leq \theta \leq 114^{\circ}$$

$$0^{\circ} \leq \phi \leq 36^{\circ}$$

9. 少なくとも1つの弾性表面波素子からなる弾性表面波フィルターを具えた携帯電話機において、前記弾性表面波素子は、ニオブ酸リチウムからなる圧電基板上に弾性表面波を伝搬させるための電極が形成され、該圧電基板のカット面及び弾性表面波伝搬方向が、オイラー角表示で $(\phi, \theta, \psi)$ 及びこれと実質的に等価な範囲とすると、 $\phi$ 、 $\theta$ 及び $\psi$ が下記数式の範囲に設定されていることを特徴とする携帯電話機。

$$0^{\circ} \leq \phi \leq 86^{\circ}$$

$$73^{\circ} \leq \theta \leq 118^{\circ}$$

$$0^{\circ} \leq \psi \leq 44^{\circ}$$

10. 少なくとも1つの弾性表面波素子からなる弾性表面波フィルターを具えた携帯電話機において、前記弾性表面波素子は、ニオブ酸リチウムからなる圧電基板上に弾性表面波を伝搬させるための電極が形成され、該圧電基板のカット面及び弾性表面波伝搬方向が、オイラー角表示で $(\phi, \theta, \psi)$ 及びこれと実質的に等価な範囲とすると、 $\phi$ 、 $\theta$ 及び $\psi$ が下記数式の範囲に設定されていることを特徴とする携帯電話機。

$$95^{\circ} \leq \phi \leq 180^{\circ}$$

$$73^{\circ} \leq \theta \leq 118^{\circ}$$

$$0^{\circ} \leq \psi \leq 44^{\circ}$$

11. 少なくとも1つの弾性表面波素子からなる弾性表面波フィルターを具えた携帯電話機において、前記弾性表面波素子は、タンタル酸リチウムからなる圧電基板上に弾性表面波を伝搬させるための電極が形成され、該圧電基板のカット面及び弾性表面波伝搬方向が、オイラー角表示で $(\phi, \theta, \psi)$ 及びこれと実質的に等価な範囲とすると、 $\phi$ 、 $\theta$ 及び $\psi$ が下記数式の範囲に設定されていることを特徴とする携帯電話機。

$$0^{\circ} \leq \phi \leq 87^{\circ}$$

$$80^{\circ} \leq \theta \leq 120^{\circ}$$

$$0^{\circ} \leq \phi \leq 44^{\circ}$$

12. 少なくとも1つの弾性表面波素子からなる弾性表面波フィルターを具えた  
5 携帯電話機において、前記弾性表面波素子は、タンタル酸リチウムからなる圧電  
基板上に弾性表面波を伝搬させるための電極が形成され、該圧電基板のカット面  
及び弾性表面波伝搬方向が、オイラー角表示で $(\phi, \theta, \phi)$ 及びこれと実質的に  
等価な範囲とすると、 $\phi$ 、 $\theta$ 及び $\phi$ が下記数式の範囲に設定されていることを  
特徴とする携帯電話機。

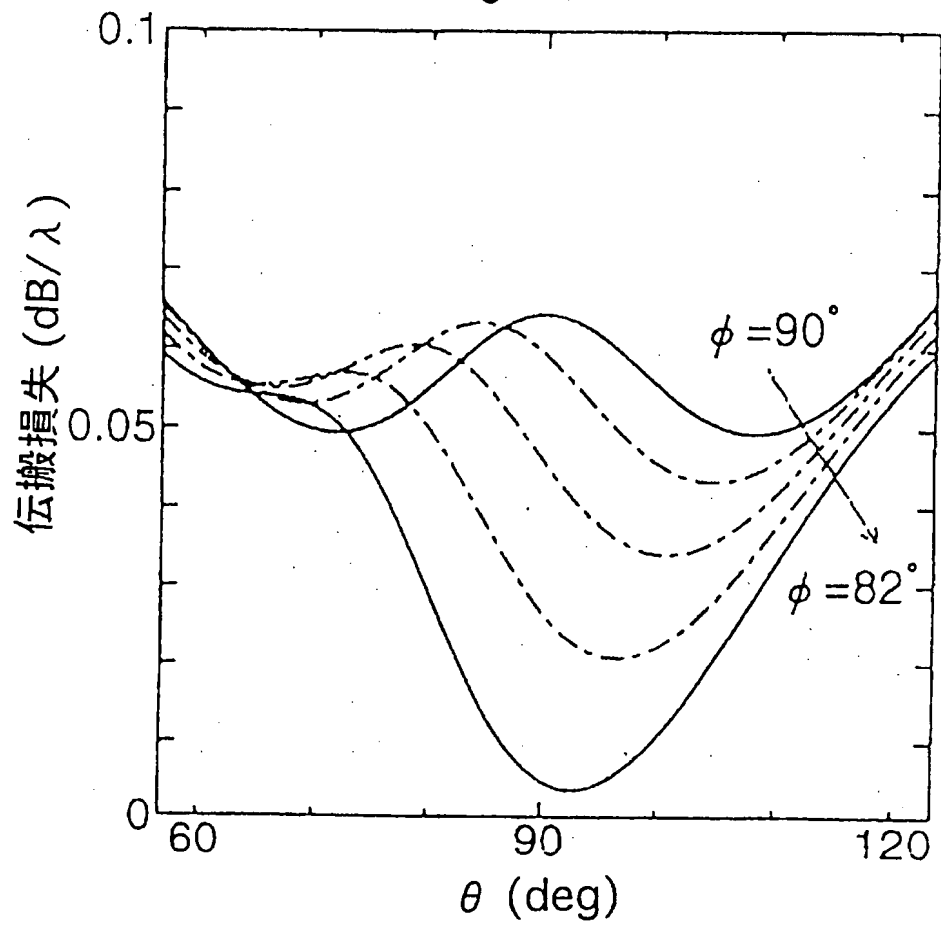
10  $91^{\circ} \leq \phi \leq 180^{\circ}$

$$80^{\circ} \leq \theta \leq 120^{\circ}$$

$$0^{\circ} \leq \phi \leq 44^{\circ}$$

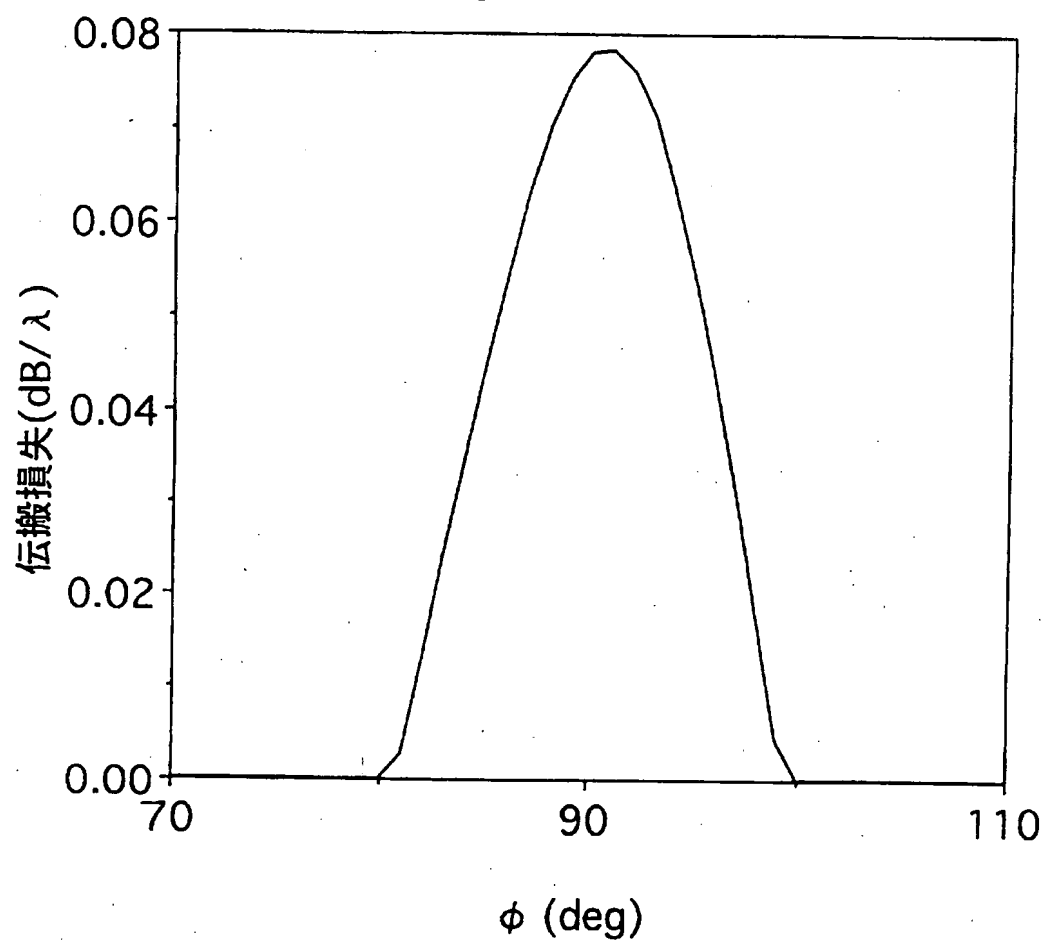
1/15

図 1

 $\text{LiNbO}_3(\phi, \theta, 37^\circ)$ 

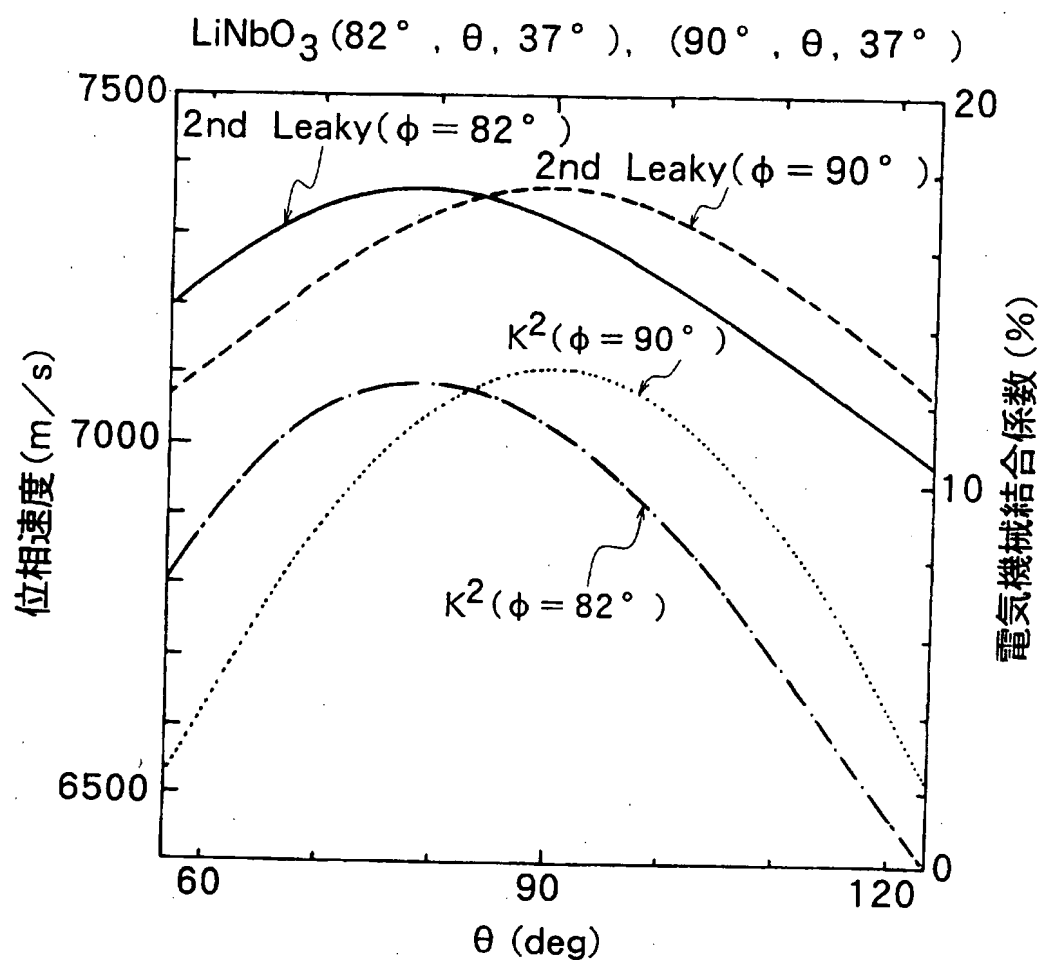
2/15

図 2

 $\text{LiNbO}_3(\phi, 92^\circ, 37^\circ)$ 

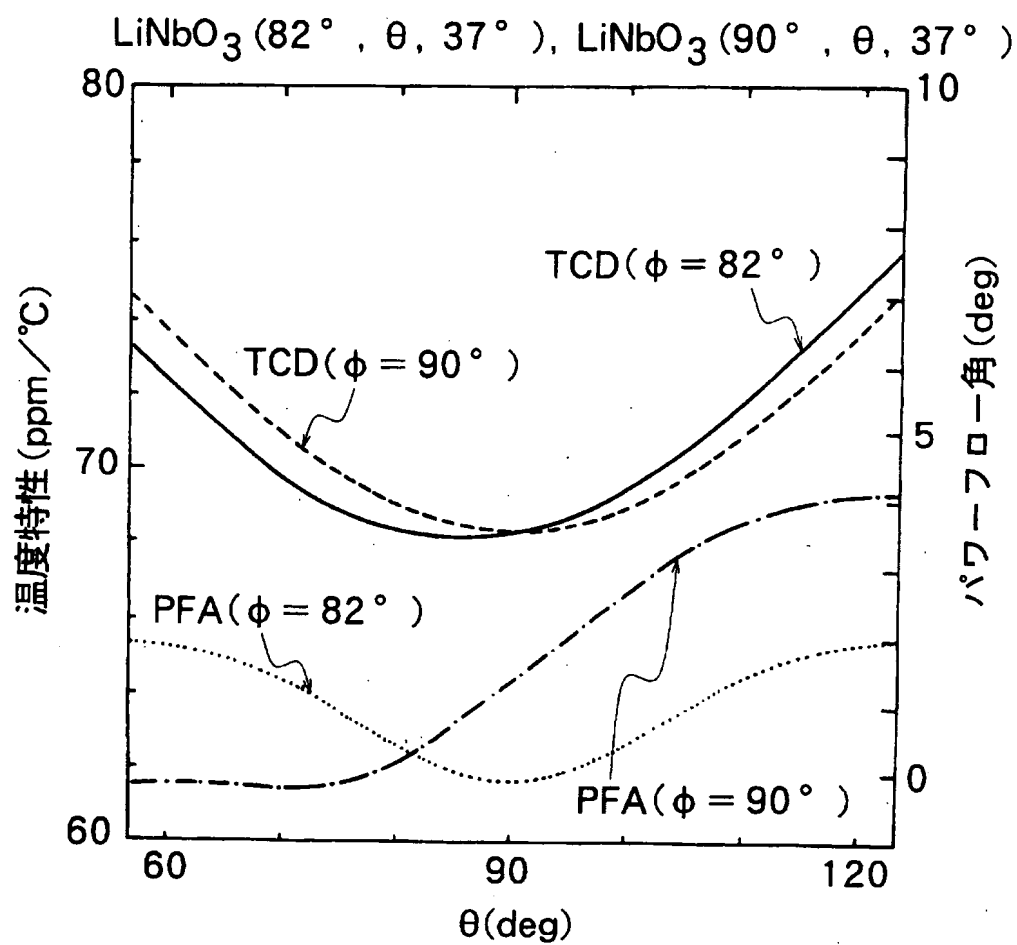
3/15

図 3



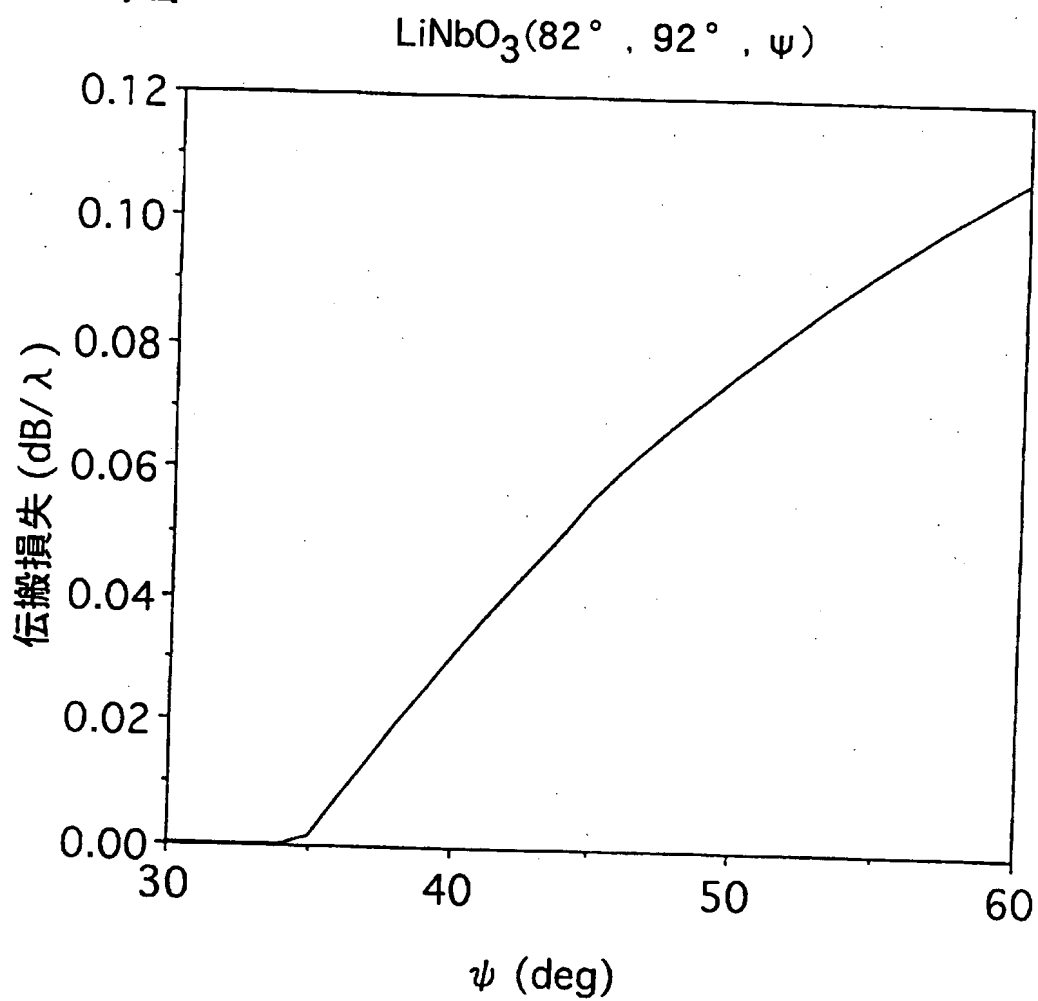
4/15

図 4



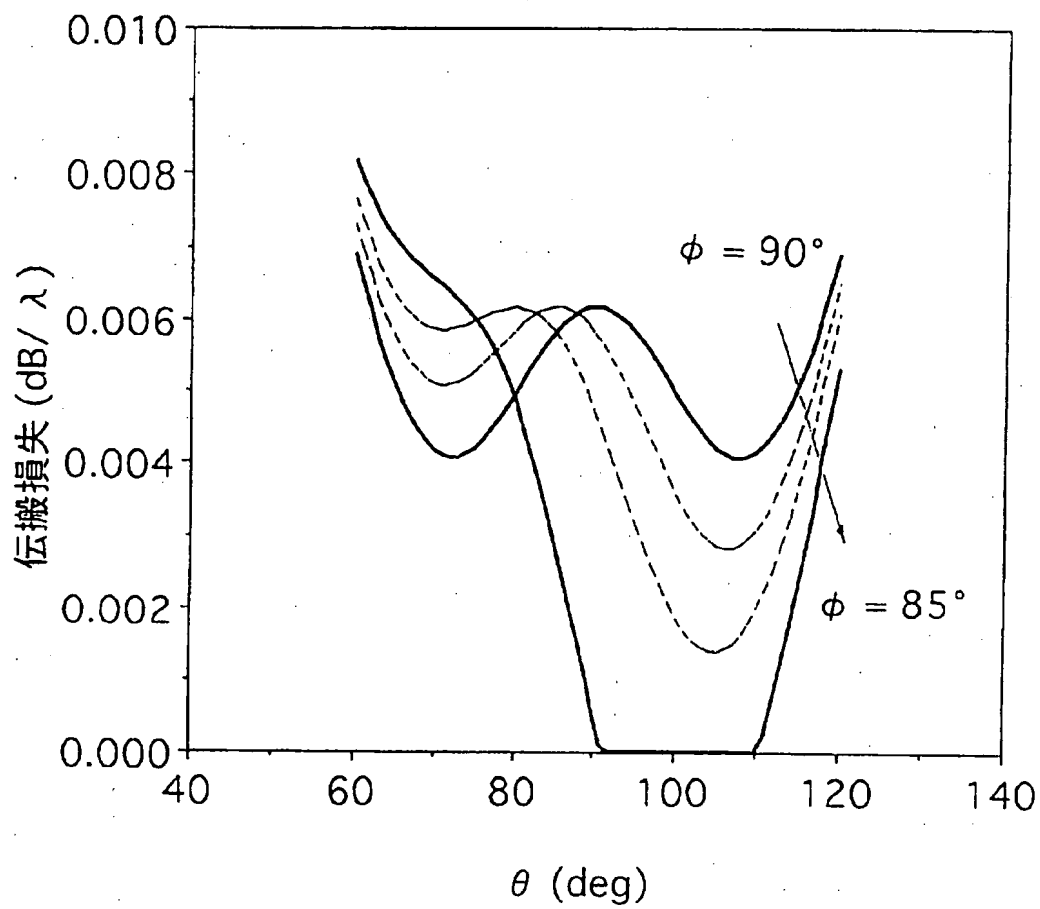
5/15

図5



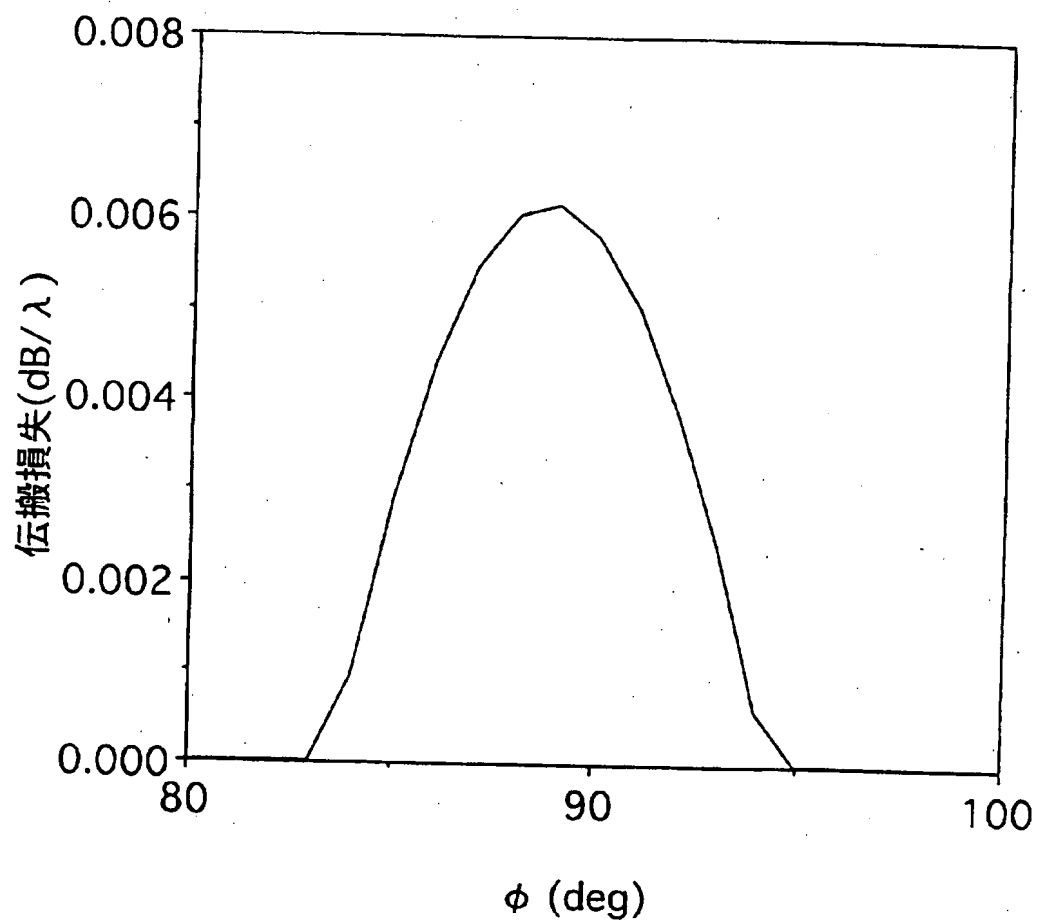
6/15

図 6

 $\text{LiTaO}_3(\phi, \theta, 31^\circ)$ 

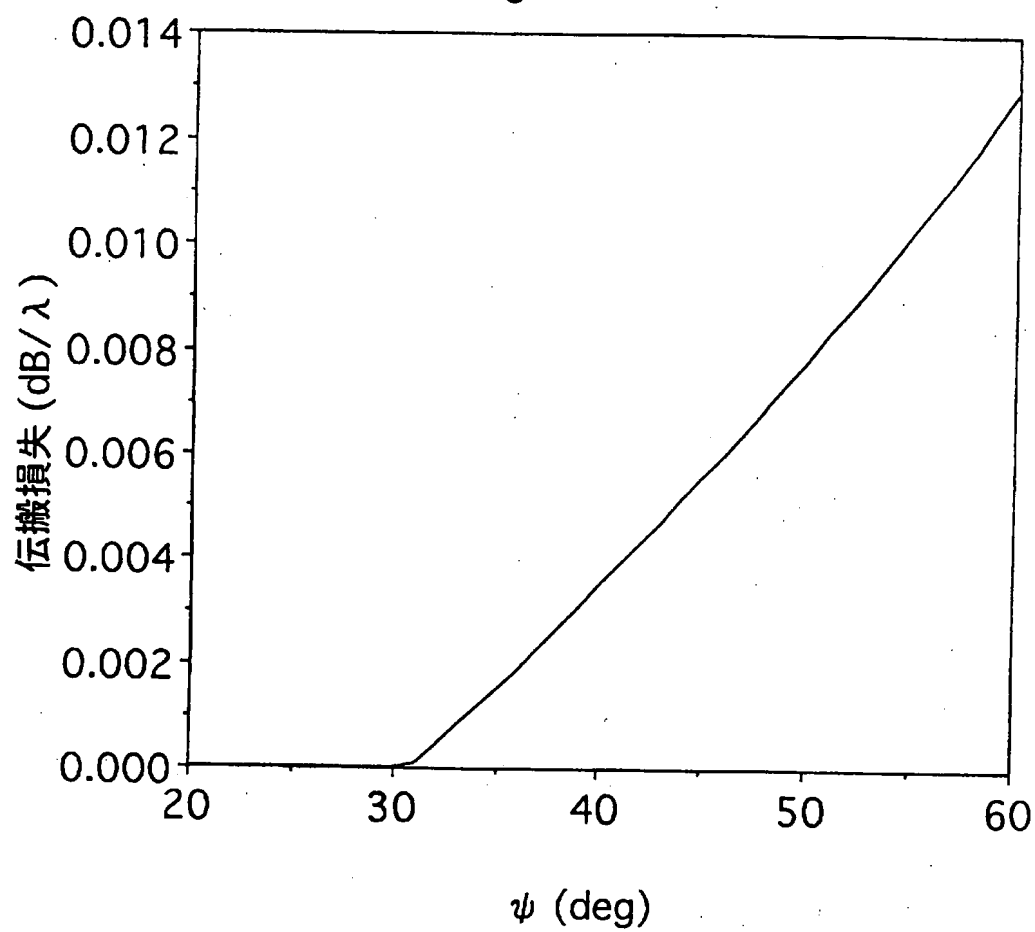
7/15

図 7

 $\text{LiTaO}_3(\phi, 91^\circ, 31^\circ)$ 

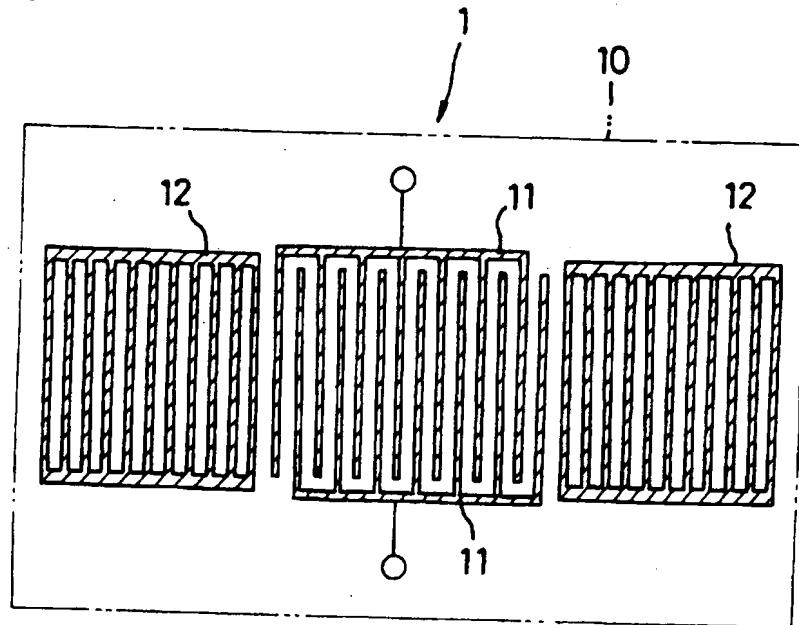
8/15

図 8

 $\text{LiTaO}_3(85^\circ, 91^\circ, \psi)$ 

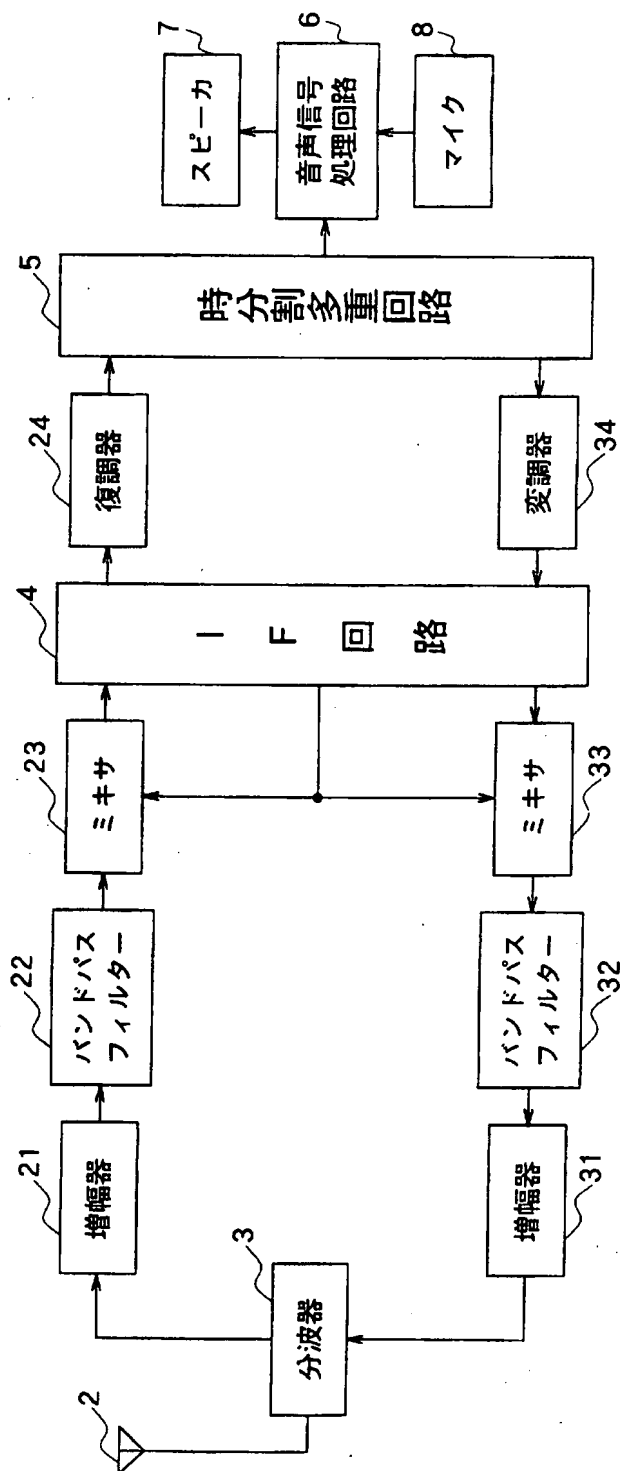
9/15

図 9



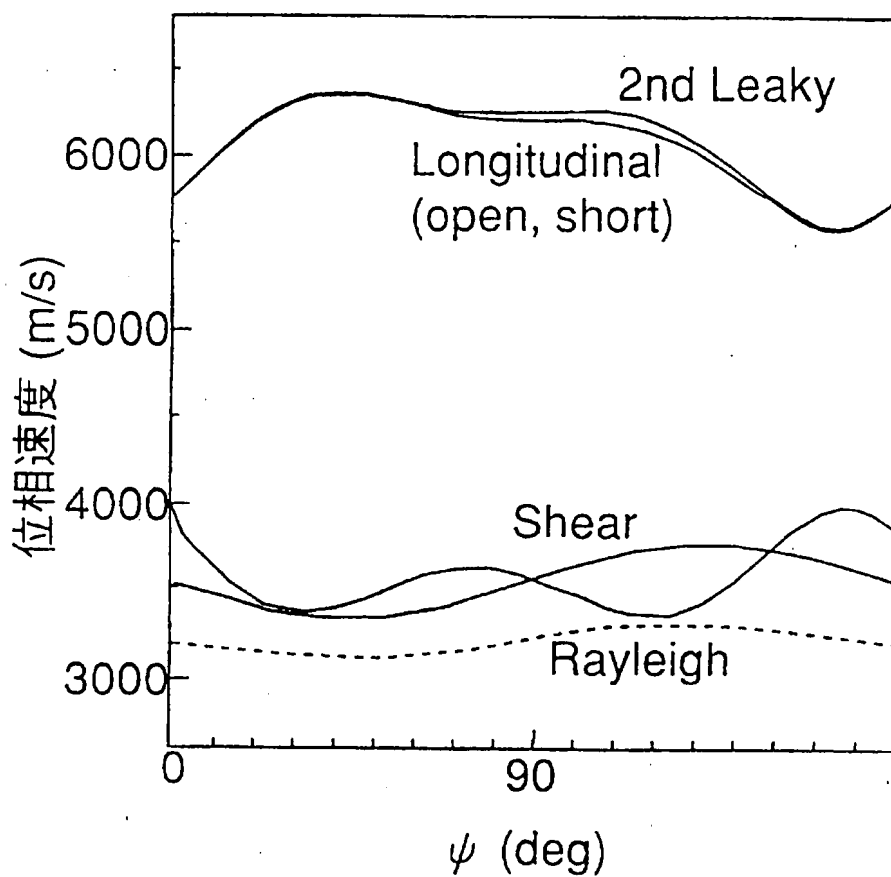
10/15

図10



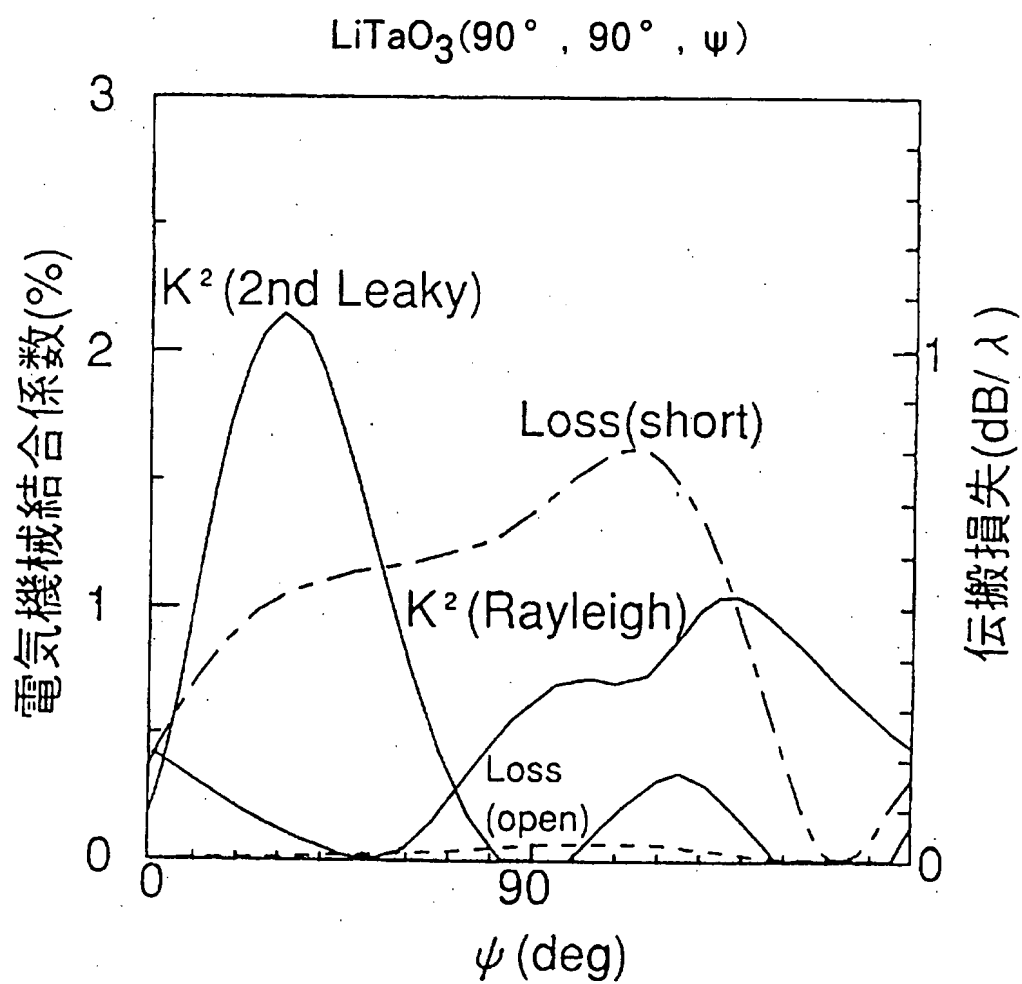
11/15

図 11

 $\text{LiTaO}_3(90^\circ, 90^\circ, \psi)$ 

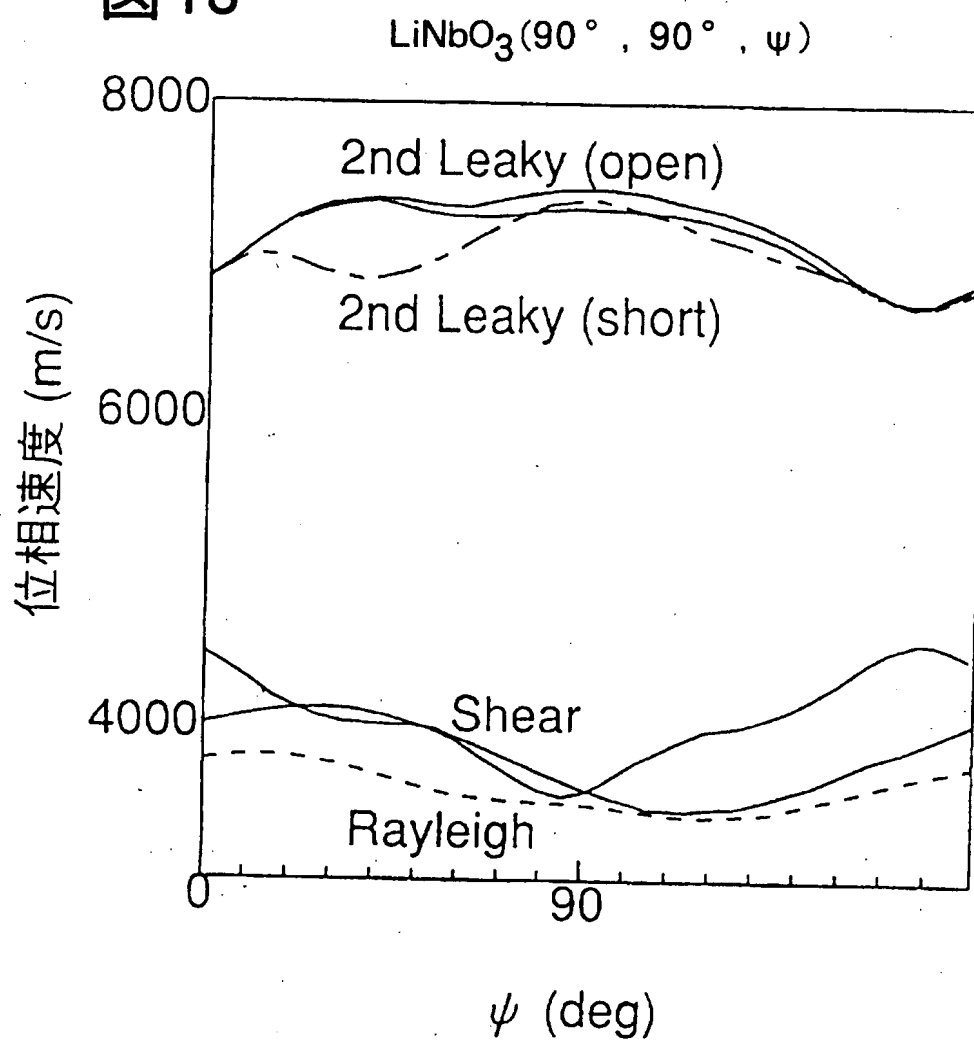
12/15

図 12



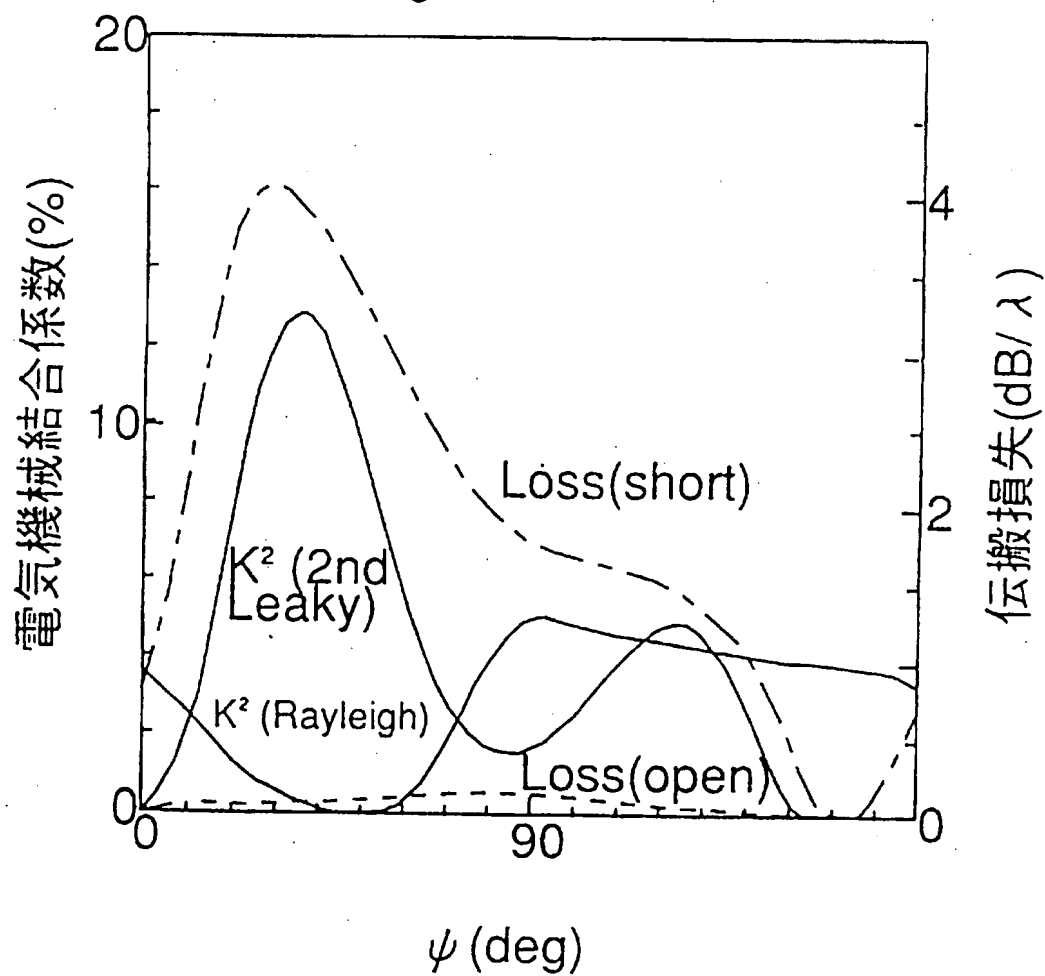
13/15

図 13



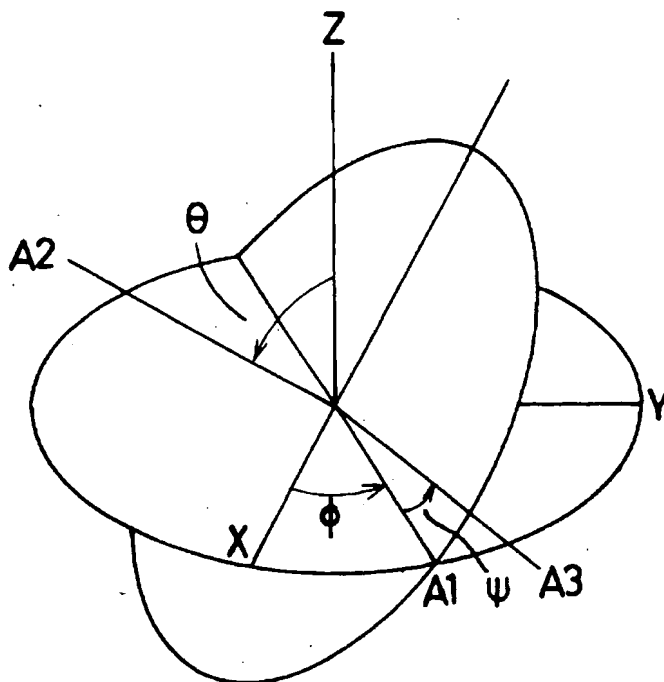
14/15

図 14

 $\text{LiNbO}_3(90^\circ, 90^\circ, \psi)$ 

15/15

図 15



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP97/00670

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int. C1<sup>6</sup> H03H9/145, H03H9/25, H03H9/64

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int. C1<sup>6</sup> H03H9/145, H03H9/25, H03H9/64

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1940 - 1996	Jitsuyo Shinan Toroku
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971 - 1996	Koho
Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994 - 1997	1996 - 1997

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

JOIS

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	Shigetaka Tonami, Atsuhiko Nishikata, Yasutaka Shimizu, "Study on Leakage Surface Acoustic Wave Propagating through LiTaO <sub>3</sub> and LiNbO <sub>3</sub> Substrates (in Japanese)", Preprints of the 15th Symposium on the Basic and the Application of Ultrasonic Electronics PB-12, pp. 185-186, (1994)	1 - 12
P	JP, 8-316781, A (Yasutaka Shimizu), November 29, 1996 (29. 11. 96), Claim; paragraphs (0020) to (0029); Figs. 1 to 6 (Family: none)	1 - 12

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

\* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

May 8, 1997 (08. 05. 97)

Date of mailing of the international search report

May 20, 1997 (20. 05. 97)

Name and mailing address of the ISA/

Japanese Patent Office

Facsimile No.

Authorized officer

Telephone No.

## A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl<sup>6</sup> H03H9/145, H03H9/25, H03H9/64

## B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl<sup>6</sup> H03H9/145, H03H9/25, H03H9/64

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1940-1996

日本国公開実用新案公報 1971-1996

日本国実用新案登録公報 1996-1997

日本国登録実用新案公報 1994-1997

国際調査で使用了電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

JOIS

## C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X	常波茂孝、西方敦博、清水康敏「LiTaO <sub>3</sub> とLiNbO <sub>3</sub> 基板を伝搬する漏洩弾性表面波の検討」、第15回超音波エレクトロニクスの基礎と応用に関するシンポジウム、講演予稿集 PB-12, pp185-186, (1994)	1-12
P	J P, 8-316781, A (清水康敏)、29. 11月. 1996 (29. 11. 96)、クレーム、[0020] - [0029]、図1-6 ファミリーなし	1-12

☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」先行文献ではあるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)

「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&amp;」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

08.05.97

国際調査報告の発送日

20.05.97

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)

郵便番号100

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

村上 友幸 印

5 J

7259

電話番号 03-3581-1101 内線 3536

様式PCT/ISA/210 (第2ページ) (1992年7月)